# ВВЕДЕНИЕ

Приспособленность онтогенеза растений к условиям среды является результатом их эволюционного развития (изменчивос­ти, наследственности, отбора). На протяжении филогенеза каж­дого вида растений в процессе эволюции выработались опреде­ленные потребности индивидуума к условиям существования и приспособленность к занимаемой им экологической нише. Влаголюбие и теневыносливость, жароустойчивость, холодоустойчи­вость и другие экологические особенности конкретных видов растений сформировались в ходе эволюции в результате длитель­ного действия соответствующих условий. Так, теплолюбивые растения и растения короткого дня характерны для южных широт, менее требовательные к теплу и растения длинного дня - для северных.

В природе в одном географическом регионе каждый вид рас­тений занимает экологическую нишу, соответствующую его био­логическим особенностям: влаголюбивые - ближе к водоемам, теневыносливые - под пологом леса и т. д. Наследственность растений формируется под влиянием определенных условий внешней среды. Важное значение имеют и внешние условия онтогенеза растений.

В большинстве случаев растения и посевы (посадки) сельско­хозяйственных культур, испытывая действие тех или иных небла­гоприятных факторов, проявляют устойчивость к ним как ре­зультат приспособления к условиям существования, сложившим­ся исторически, что отмечал еще К. А. Тимирязев.

1. **Основные среды жизни.**

При изучении окружающей среды (среды обитания растений и животных и производственной деятельности человека) выделяют следующие ее ос­новные составляющие: воздушную среду; водную среду (гидросферу); животный мир(человек, домашние и дикие животные, в том числе рыбы и птицы); растительный мир (культурные и дикие растения в том числе растущие в воде);почву(растительный слой);недра(верхняя часть земной коры, в пределах которой возможна добыча полезных ископаемых); климатическую и акустическую среду.

Воздушная среда может быть наружной, в которой большинс­тво людей проводят меньшую часть времени (до 10-15%), внутрен­ней производственной (в ней человек проводит до 25-30% своего времени) и внутренней жилой, где люди пребывают большую часть времени (до 60-70% и более).

Наружный воздух у поверхности земли содержит по объему: 78,08% азота; 20,95% кислорода; 0,94% инертных газов и 0,03% углекислого газа. На высоте 5 км содержание кислорода остает­ся тем же, а азота увеличивается до 78,89%. Часто воздух у поверхности земли имеет различные примеси, особенно в городах: там он содержит более 40 ингредиентов, чуждых природной воз­душной среде. Внутренний воздух в жилищах, как правило, имеет

повышенное содержание углекислого газа, а внутренний воздух производственных помещений обычно содержит примеси, характер которых определяется технологией производства. Среди газов выделяется водяной пар, который попадает в атмосферу в результате испарений с Земли. Большая его часть (90%) сосредоточена в самом нижнем пятикилометровом слое атмосферы, с высотой его количество очень быстро уменьшается. Атмосфера содержит много пыли, которая попадает туда с поверхности Земли и частично из космоса. При сильных волнениях ветры подхватывают водяные брызги из морей и океанов. Так попадают в атмосферу из воды частицы соли. В результате извержения вулканов, лесных пожаров, работы промышленных объектов и т.д. воздух загрязняется продуктами неполного сгорания. Больше всего пыли и других примесей в приземном слое воздуха. Даже после дождя в 1 см содержится около 30 тыс. пылинок, а в сухую погоду их в сухую погоду их в несколько раз больше.

Все эти мельчайшие примеси влияют на цвет неба. Молекулы газов рассеивают коротковолновую часть спектра солнечного луча, т.е. фиолетовые и синие лучи. Поэтому днем небо голубого цвета. А частицы примесей, которые значительно крупней молекул газов, рассеивают световые лучи почти всех длин волн. Поэтому, когда воздух запылен или в нем содержатся капельки воды, небо становится белесоватым. На больших высотах небо темно-фиолетовое и даже черное.

В результате происходящего на Земле фотосинтеза растительность ежегодно образует 100 млрд. т. органических веществ (около половины приходится на долю морей и океанов), усваивая при этом около 200 млрд. т. углекислого газа и выделяя во внешнюю среду около 145 млрд.т. свободного кисло­рода, полагают, что благодаря фотосинтезу образуется весь кислород атмосферы. О роли в этом круговороте зеленых на­саждений говорят следующие данные: 1 га зеленых насаждений в среднем за 1 час очищает воздух от 8 кг углекислого газа (выделяемого за это время при дыхании 200 человек). Взрос­лое дерево за сутки выделяет 180 литров кислорода, а за пять месяцев (с мая по сентябрь) оно поглощает около 44 кг углекислого газа.

Количество выделяемого кислорода и поглощаемого угле­кислого газа зависит от возраста зеленых насаждений, видо­вого состава, плотности посадки и других факторов.

Не меньшее значение имеют и морские растения - фито­планктон(в основном водоросли и бактерии), высвобождаю­щие путем фотосинтеза кислород.

Водная среда включает поверхностные и подземные воды. Поверхностные воды в основном сосредоточены в океане, содержа­нием 1 млрд. 375 млн. кубических километров - около 98% всей воды на Земле. Поверхность океана (акватория) составляет 361 млн. квадратных километров. Она примерно в 2,4 раза больше площади суши--территории, занимающей 149 млн. квадратных ки­лометров. Вода в океане соленая, причем большая ее часть (бо­лее 1 млрд. кубических километров) сохраняет постоянную со­леность около 3,5% и температуру, примерно равную 3,7є С. За­метные различия в солености и температуре наблюдаются почти исключительно в поверхностном слое воды, а также в окраинных и особенно в средиземных морях. Содержание растворенного кис­лорода в воде существенно уменьшается на глубине 50-60 мет­ров.

Подземные воды бывают солеными, солоноватыми (меньшей солености) и пресными; существующие геотермальные воды имеют повышенную температуру (более 30єС).

Для производственной деятельности человечества и его хозяйственно-бытовых нужд требуется пресная вода, количество которой составляет всего лишь 2,7% общего объема воды на Зем­ле, причем очень малая ее доля (всего 0,36%) имеется в легко­доступных для добычи местах. Большая часть пресной воды со­держится в снегах и пресноводных айсбергах, находящихся в районах в основном Южного полярного круга.

Годовой мировой речной сток пресной воды составляет 37,3 тыс. кубических километров. Кроме того, может использо­ваться часть подземных вод, равная 13 тыс. кубическим кило­метрам. К сожалению, большая часть речного стока в России, составляющая около 5000 кубических километров, приходится на малоплодородные и малозаселенные северные территории.

Климатическая среда является важным фактором, опреде­ляющим развитие различных видов животного, растительного мира и его плодородие. Характерной особенностью России являет­ся то, что большая часть ее территории имеет значительно бо­лее холодный климат, чем в других странах.

Все рассмотренные составляющие окружающей среды входят в

БИОСФЕРУ: оболочку Земли, включающую часть атмосферы, гидро­сферу и верхнюю часть литосферы, которые взаимно связанны слож­ными биохимическими циклами миграции вещества и энергии, геоло­гическую оболочку Земли, населенную живыми организмами. Верхний предел жизни биосферы ограничен интенсивной концентрацией уль­трафиолетовых лучей; нижний - высокой температурой земных недр (свыше100`С). Крайних пределов ее достигают только низшие орга­низмы - бактерии.

Адаптация (приспособление) растения к конкретным условиям среды обеспечивается за счет физиологических механизмов (физиологическая адаптация), а у популяции организмов (вида) — благодаря механизмам генетической изменчивости, наследствен­ности и отбора (генетическая адаптация). Факторы внешней среды могут изменяться закономерно и случайно. Закономерно изменяющиеся условия среды (смена сезонов года) вырабатывают у растений генетическую приспособленность к этим условиям.

В естественных для вида природных условиях произрастания или возделывания растения в процессе своего роста и развития часто испытывают воздействие неблагоприятных факторов внеш­ней среды, к которым относят температурные колебания, засуху, избыточное увлажнение, засоленность почвы и т. д. Каждое рас­тение обладает способностью к адаптации в меняющихся услови­ях внешней среды в пределах, обусловленных его генотипом. Чем выше способность растения изменять метаболизм в соответ­ствии с окружающей средой, тем шире норма реакции данного растения и лучше способность к адаптации. Это свойство отли­чает устойчивые сорта сельскохозяйственных культур. Как пра­вило, несильные и кратковременные изменения факторов внеш­ней среды не приводят к существенным нарушениям физиологи­ческих функций растений, что обусловлено их способностью сохранять относительно стабильное состояние при изменяющих­ся условиях внешней среды, т. е. поддерживать гомеостаз. Одна­ко резкие и длительные воздействия приводят к нарушению многих функций растения, а часто и к его гибели.

При действии неблагоприятных условий снижение физиоло­гических процессов и функций может достигать критических уровней, не обеспечивающих реализацию генетической програм­мы онтогенеза, нарушаются энергетический обмен, системы ре­гуляции, белковый обмен и другие жизненно важные функции растительного организма. При воздействии на растение неблаго­приятных факторов (стрессоров) в нем возникает напряженное состояние, отклонение от нормы — стресс. Стресс — общая не­специфическая адаптационная реакция организма на действие любых неблагоприятных факторов. Выделяют три основные группы факторов, вызывающих стресс у растений: физические — недостаточная или избыточная влаж­ность, освещенность, температура, радиоактивное излучение, ме­ханические воздействия; химические — соли, газы, ксенобиотики (гербициды, инсектициды, фунгициды, промышленные отходы и др.); биологические — поражение возбудителями болезней или вредителями, конкуренция е другими растениями, влияние жи­вотных, цветение, созревание плодов.

Сила стресса зависит от скорости развития неблагоприятной для растения ситуации и уровня стрессирующего фактора. При медленном развитии неблагоприятных условий растение лучше приспосабливается к ним, чем при кратковременном, но силь­ном действии. В первом случае, как правило, в большей степени проявляются специфические механизмы устойчивости, во вто­ром — неспецифические.

В неблагоприятных природных условиях устойчивость и про­дуктивность растений определяются рядом признаков, свойств и защитно-приспособительных реакций. Различные виды растений обеспечивают устойчивость и выживание в неблагоприятных ус­ловиях тремя основными способами: с помощью механизмов, которые позволяют им избежать неблагоприятных воздействий (состояние покоя, эфемеры и др.); посредством специальных структурных приспособлений; благодаря физиологическим свой­ствам, позволяющим им преодолеть пагубное влияние окружаю­щей среды.

Однолетние сельскохозяйственные растения в умеренных зонах, завершая свой онтогенез в сравнительно благоприятных условиях, зимуют в виде устойчивых семян (состояние покоя). Многие многолетние растения зимуют в виде подземных запасаю­щих органов (луковиц или корневищ), защищенных от вымерза­ния слоем почвы и снега. Плодовые деревья и кустарники умерен­ных зон, защищаясь от зимних холодов, сбрасывают листья.

Защита от неблагоприятных факторов среды у растений обес­печивается структурными приспособлениями, особенностями анатомического строения (кутикула, корка, механические ткани и т. д.), специальными органами защиты (жгучие волоски, ко­лючки), двигательными и физиологическими реакциями, выра­боткой защитных веществ (смол, фитонцидов, токсинов, защит­ных белков).

К структурным приспособлениям относятся мелколистность и даже отсутствие листьев, воскообразная кутикула на поверхности листьев, их густое опущение и погруженность устьиц, наличие сочных листьев и стеблей, сохраняющих резервы воды, эректоидность или пониклость листьев и др. Растения располагают различными физиологическими механизмами, позволяющими приспосабливаться к неблагоприятным условиям среды. Это сам-тип фотосинтеза суккулентных растений, сводящий к ми­нимуму потери воды и крайне важный для выживания растений в пустыне и т. д.

**2. Приспособление у растений**

# *Холодостойкость растений*

Устойчивость растений к низким температурам подразделяют на холодостойкость и морозоустойчивость. Под холодостойкос­тью понимают способность растений переносить положительные температуры несколько выше Оє С. Холодостойкость свойственна растениям умеренной полосы (ячмень, овес, лен, вика и др.). Тропические и субтропические растения повреждаются и отми­рают при температурах от 0є до 10є С (кофе, хлопчатник, огурец и др.). Для большинства же сельскохозяйственных растений низ­кие положительные температуры негубительны. Связано это с тем, что при охлаждении ферментативный аппарат растений не расстраивается, не снижается устойчивость к грибным заболева­ниям и вообще не происходит заметных повреждений растений.

Степень холодостойкости разных растений неодинакова. Многие растения южных широт повреждаются холодом. При температуре 3 °С повреждаются огурец, хлопчатник, фасоль, ку­куруза, баклажан. Устойчивость к холоду у сортов различна. Для характеристики холодостойкости растений используют понятие температурный минимум, при котором рост растений прекращается. Для большой группы сельскохозяйственных растений его величина составляет 4 °С. Однако многие растения имеют более высокое значение температурного минимума и соответственно они менее устойчивы к воздействию холода.

## Приспособление растений к низким положительным темпера­турам.

Устойчивость к низким температу­рам — генетически детерминированный признак. Холодостойкость растений опре­деляется способностью растений сохранять нормальную струк­туру цитоплазмы, изменять обмен веществ в период охлаждения и последующего повышения температуры на до­статочно высоком уровне.

# *Морозоустойчивость растений*

Морозоустойчивость — способность растений переносить тем­пературу ниже О °С, низкие отрицательные температуры. Моро­зоустойчивые растения способны предотвращать или уменьшать действие низких отрицательных температур. Морозы в зимний период с температурой ниже -20 °С обычны для значительной части территории России. Воздействию морозов подвергаются однолетние, двулетние и многолетние растения. Растения пере­носят условия зимы в различные периоды онтогенеза. У однолет­них культур зимуют семена (яровые растения), раскустившиеся растения (озимые), у двулетних и многолетних — клубни, корне­плоды, луковицы, корневища, взрослые растения. Способность озимых, многолетних травянистых и древесных плодовых куль­тур перезимовывать обусловливается их достаточно высокой мо­розоустойчивостью. Ткани этих растений могут замерзать, одна­ко растения не погибают.

## Замерзание растительных клеток и тканей и происходящие при этом процессы.

Способность растений переносить отрицательные температуры определяется наследственной основой данного вида растений, однако морозоустойчивость одного и того же растения зависит от условий, предшествующих наступлению морозов, вли­яющих на характер льдообразования. Лед может образовываться как в протопласте клетки, так и в межклеточном пространстве. Не всякое образование льда приводит клетки растения к гибели.

Постепенное снижение температуры со скоростью 0,5—1 °С/ч приводит к образованию кристаллов льда прежде всего в меж­клеточниках и первоначально не вызывают гибели клеток. Одна­ко последствия этого процесса могут быть губительными для клетки. Образование льда в протопласте клетки, как правило, происходит при быстром понижении температуры. Происходит коагуляция белков протоплазмы, кристаллами образовавшегося в цитозоле льда повреждаются клеточные структуры, клетки поги­бают. Убитые морозом растения после оттаивания теряют тургор, из их мясистых тканей вытекает вода.

Морозоустойчивые растения обладают приспособления­ми, уменьшающими обезвоживание клеток. При понижении температуры у таких растений отмечаются повышение содержа­ния Сахаров и других веществ, защищающих ткани (криопротекторы), это прежде всего гидрофильные белки, моно- и олигосахариды; снижение оводненности клеток; увеличение количества полярных липидов и снижение насыщенности их жирнокислотных остатков; увеличение количества защитных белков.

На степень морозоустойчивости растений большое влияние оказывают сахара, регуляторы роста и другие вещества, образую­щиеся в клетках. В зимующих растениях в цитоплазме накапли­ваются сахара, а содержание крахмала снижается. Влияние сахаров на повышение морозоустойчивости растений многосторонне. Накопление Сахаров предохраняет от замерзания большой объем внутриклеточной воды, заметно уменьшает количество образую­щегося льда.

Свойство морозоустойчивости фор­мируется в процессе онтогенеза растения под влиянием опреде­ленных условий среды в соответствии с генотипом растения, связано с резким снижением темпов роста, переходом растения в состояние покоя.

Жизненный цикл развития озимых, двулетних и многолетних растений контролируется сезонным ритмом свето­вого и температурного периодов. В отличие от яровых однолет­них растений они начинают готовиться к перенесению неблаго­приятных зимних условий с момента остановки роста и затем в течение осени во время наступления пониженных температур.

# *Зимостойкость растений*

## Зимостойкость как устойчивость к комплексу неблагоприятных факторов перезимовки.

Непосредственное действие мороза на клетки - не единственная опасность, угрожающая многолетним травянистым и древесным культурам, озимым растениям в тече­ние зимы. Помимо прямого действия мороза растения подверга­ются еще ряду неблагоприятных факторов. В течение зимы тем­пература может существенно колебаться. Морозы нередко сменя­ются кратковременными и длительными оттепелями. В зимнее время нередки снежные бури, а в бесснежные зимы в более южных районах страны - и суховеи. Все это истощает растения, которые после перезимовки выходят сильно ослабленными и в последующем могут погибнуть.

Особенно многочисленные неблагоприятные воздействия ис­пытывают травянистые многолетние и однолетние растения. На территории России в неблагоприятные годы гибель посевов озимых зерновых достигает 30—60 %. Погибают не только озимые хлеба, но и многолетние травы, плодовые и ягодные многолетние насаждения. Кроме низких температур озимые растения повреждается и гибнут от ряда других неблагопри­ятных факторов в зимнее время и ранней весной: выпревания, вымокания, ледяной корки, выпирания, повреждения от зимней засухи.

## Выпревание, вымокание, гибель под ледяной коркой, выпира­ние, повреждение от зимней засухи.

Выпревание. Среди перечисленных невзгод первое место занимает выпревание рас­тений. Гибель растений от выпревания наблюдается преимущест­венно в теплые зимы с большим снеговым покровом, который лежит 2—3 месяца, особенно если снег выпадает на мокрую и талую землю. Исследования показали, что при­чина гибели озимых от выпревания — истощение растений. На­ходясь под снегом при температуре около О °С в сильно увлаж­ненной среде, почти полной темноте, т. е. в условиях, при кото­рых процесс дыхания идет достаточно интенсивно, а фотосинтез исключен, растения постепенно расходуют сахара и другие запа­сы питательных веществ, накопленные в период прохождения первой фазы закаливания, и погибают от истощения (содержа­ние Сахаров в тканях уменьшается с 20 до 2—4 %) и весенних заморозков. Такие растения весной легко повреждаются снежной плесенью, что также приводит к их гибели.

Вымокание. Вымокание проявляется преимущественно весной в пониженных местах в период таяния снега, реже во время длительных оттепелей, когда на поверхности почвы накап­ливается талая вода, которая не впитывается в замершую почву и может затопить растения. В этом случае причиной гибели растений служит резкий недостаток кислорода (анаэробные усло­вия - гипоксия). У растений, оказавшихся под слоем воды, нор­мальное дыхание прекращается из-за недостатка кислорода в воде и почве. Отсутствие кислорода усиливает анаэробное дыха­ние растений, в результате чего могут образоваться токсичные вещества и растения погибают от истощения и прямого отравле­ния организма.

Гибель под ледяной коркой. Ледяная корка об­разуется на полях в районах, где частые оттепели сменяются сильными морозами. Действие вымокания в этом случае может усугубляться. При этом происходит образование висячих или притертых (контактных) ледяных корок. Менее опасны висячие корки, так как они образуются сверху почвы и практически не соприкасаются с растениями; их легко разрушить катком.

При образовании же сплошной ледяной контактной корки растения полностью вмерзают в лед, что ведет к их гибели, так как и без того ослабленные от вымокания растения подвергают­ся очень сильному механическому давлению.

## Выпирание. Повреждение и гибель растений от выпира­ния определяются разрывами корневой системы. Выпирание рас­тений наблюдается, если осенью морозы наступают при отсутст­вии снежного покрова или если в поверхностном слое почвы мало воды (при осенней засухе), а также при оттепелях, если снеговая вода успеет всосаться в почву. В этих случаях замерзание воды начинается не с поверхности почвы, а на некоторой глубине (где есть влага). Образующаяся на глубине прослойка льда постепенно утолщается за счет продолжающегося поступления воды по по­чвенным капиллярам и поднимает (выпирает) верхние слои почвы вместе с растениями, что приводит к обрыву корней растений, проникших на значительную глубину.

Повреждения от зимней засухи. Устойчивый снеговой покров предохраняет озимые злаки от зимнего вы­сыхания. Однако они в условиях бесснежной или малоснежной зимы, как и плодовые деревья и кустарники, в ряде районов России часто подвергаются опасности чрезмерного иссушения постоянными и сильными ветрами, особенно в конце зимы при значительном нагреве солнцем. Дело в том, что водный баланс растений складывается зимой крайне неблагоприятно, так как поступление воды из замерзшей почвы практически прекращается.

Для уменьшения испарения воды, неблагоприятного действия зимней засухи плодовые древесные породы образуют на ветвях мощный слой пробки, сбрасывают на зиму листья.

# *Яровизация*

Фотопериодические реакции на сезонные изменения длины дня имеют значение для периодичности цветения многих видов как умеренных, так и тропических областей. Однако следует отметить, что среди видов умеренных широт, проявляющих фо­топериодические реакции, относительно мало весеннецветущих, хотя мы постоянно сталкиваемся с тем, что значительное число «цветов цветет весной», и многие из таких весеннецветущих форм, например Ficaria verna, первоцвет (Primula vutgaris), фиалки (виды рода Viola) и т. д., проявляют выраженное се­зонное поведение, оставаясь вегетативными оставшуюся часть года после обильного весеннего цветения. Можно предположить, что весеннее цветение -реакция на короткие дни зимой, но для многих видов, это, по-видимому, не так.

Конечно, длина дня не является единственным внешним фактором, изменяющимся в течение года. Ясно, что и темпе­ратура также характеризуется четко выраженными сезонными изменениями, особенно в умеренных областях, хотя в отноше­нии этого фактора наблюдаются значительные колебания, как ежедневные, так и ежегодные. Мы знаем, что сезонные изме­нения температуры, так же как и изменения длины дня, ока­зывают существенное влияние на цветение многих видов расте­ний.

## Типы растений, требующих охлаждения для перехода к цветению.

Было установлено, что мно­гие виды, в том числе озимые однолетние, а также двулетние и многолетние травянистые растения, нуждаются в охлажде­нии для перехода к цветению.

Известно, что озимые однолетники и двулетники представ­ляют собой монокарпические растения, которые требуют яро­визации,- они остаются вегетативными во время первого ве­гетативного сезона и цветут следующей весной или ранним ле­том в ответ на период охлаждения, получаемый зимой. Необ­ходимость охлаждения двулетних растений для индукции цве­тения была экспериментально продемонстрирована на ряде видов, таких, как свекла (Beta vulgaris), сельдерей (Apiutn graveolens), капуста и другие культивируемые сорта рода Brassiса, колокольчик (Campanula medium), лунник (Lunaria biennis), наперстянка (Digitalis purpurea) и другие. Если растения на­перстянки, которые в нормальных условиях ведут себя как дву­летники, т. е. зацветают на второй год после прорастания, со­держать в оранжерее, они могут оставаться вегетативными не­сколько лет. В районах с мягкой зимой капуста в течение не­скольких лет может расти в открытом грунте без «образова­ния стрелки» (т. е. цветения) весной, что обычно происходит в районах с холодной зимой. Такие виды обязательно требуют яровизации, однако у ряда других видов цветение ускоряется при воздействии на них холодом, но может наступать и без яровизации; к таким видам, проявляющим факультативную по­требность в холоде, относятся салат (Lactuca saiiva), шпинат (Spinacia oleracea) и позднецветущие сорта гороха (Pistim sa-tivum).

Так же как и двулетние, многие многолетние виды нуждаются в воздействии холодом и не зацветают без ежегодного зимнего охлаждения. Из обычных многолетних растений в холодовом воздействии нуждаются первоцвет (Primula vulgaris), фиалки (Viola spp.), лакфиоль (Cheiranthus cheirii и С. allionii), лев­кой (Mathiola incarna), некоторые сорта хризантем (Chrisant-hemum morifolium), виды рода Aster, турецкая гвоздика (Dianthus), плевел (Lolium perenne). Многолетние виды требуют переяровизации каждую зиму.

Вполне вероятно, что и у других весеннецветущих многолет­ников можно обнаружить потребность в охлаждении. Весенне-цветущие луковичные растения, такие, как нарциссы, гиацин­ты, пролески (Endymion nonscriptus), крокусы и т. д. не требу­ют охлаждения для заложения цветков, поскольку примордий цветка заложился в луковице предыдущим летом, но их рост в значительной степени зависит от температурных условий. Например, у тюльпана началу цветения благоприятствуют от­носительно высокие температуры (20°С), но для удлинения стебля и роста листьев оптимальной температурой вначале яв­ляется 8-9 °С с последовательным повышением на более позд­них стадиях до 13, 17 и 23°С. Аналогичные реакции на темпе­ратуру характерны для гиацинтов и нарциссов.

У многих видов заложение цветка происходит не во время самого периода охлаждения и начинается лишь после того, как растение подверглось действию более высоких температур, следующих за охлаждением.

Таким образом, хотя при низких температурах метаболизм у большинства растений значительно замедляется, не вызывает сомнения, что яровизация включает активные физиологические процессы, природа которых пока еще совершенно неизвестна.

# *Жароустойчивость растений*

Жароустойчивость (жаровыносливость) - способность расте­ний переносить действие высоких температур, перегрев. Это ге­нетически обусловленный признак. Виды растений различаются по выносливости к высоким температурам.

По жароустойчивости выделяют три группы растений.

Жаростойкие - термофильные сине-зеленые водоросли и бак­терии горячих минеральных источников, способные переносить повышение температуры до 75-100 °С. Жароустойчивость тер­мофильных микроорганизмов определяется высоким уровнем метаболизма, повышенным содержанием РНК в клетках, устой­чивостью белка цитоплазмы к тепловой коагуляции.

Жаровыносливые - растения пустынь и сухих мест обитания (суккуленты, некоторые кактусы, представители семейства Толстянковые), выдерживающие нагревание солнечными лучами до 50-65єС. Жароустойчивость суккулентов во многом определяет­ся повышенными вязкостью цитоплазмы и содержанием связан­ной воды в клетках, пониженным обменом веществ.

Нежаростойкие - мезофитные и водные растения. Мезофиты открытых мест переносят кратковременное действие температур 40-47 єС, затененных мест - около 40-42 °С, водные растения выдерживают повышение температуры до 38-42 °С. Из сельско­хозяйственных наиболее жаровыносливы теплолюбивые растения южных широт (сорго, рис, хлопчатник, клещевина и др.).

Многие мезофиты переносят высокую температуру воздуха и избегают перегрева благодаря интенсивной транспирации, сни­жающей температуру листьев. Более жаростойкие мезофиты отличаются повышенной вязкостью цитоплазмы и усиленным син­тезом жаростойких белков-ферментов.

Растения выработали систему морфологических и физиологических приспособлений, защищающих их от тепловых повреждений: светлую окраску поверхности, отражающую инсо­ляцию; складывание и скручивание листьев; опушения или че­шуйки, защищающие от перегрева глубжележащие ткани; тонкие слои пробковой ткани, предохраняющие флоэму и камбий; большую толщину кутикулярного слоя; высокое содержание уг­леводов и малое — воды в цитоплазме и др.

На тепловой стресс растения очень быстро реагируют индук­тивной адаптацией. К воздействию высоких температур они могут подготовиться за несколько часов. Так, в жаркие дни устойчивость растений к высоким температурам после полудня выше, чем утром. Обычно эта устойчивость временная, она не закрепляется и довольно быстро исчезает, если становится про­хладно. Обратимость теплового воздействия может составлять от нескольких часов до 20 дней. В период образования генератив­ных органов жаростойкость однолетних и двулетних растений снижается.

# *Засухоустойчивость растений*

Обычным явлением для многих регионов России и государств СНГ стали засухи. Засуха - это длительный бездождливый пери­од, сопровождаемый снижением относительной влажности воз­духа, влажности почвы и повышением температуры, когда не обеспечиваются нормальные потребности растений в воде. На территории России имеются регионы неустойчивого увлажнения с годовым количеством осадков 250-500 мм и засушливые, с количеством осадков менее 250 мм в год при испаряемости более 1000 мм.

Засухоустойчивость - способность растений переносить дли­тельные засушливые периоды, значительный водный дефицит, обезвоживание клеток, тканей и органов. При этом ущерб уро­жая зависит от продолжительности засухи и ее напряженности. Различают засуху почвенную и атмосферную.

Почвенная засуха вызывается длительным отсутствием дождей в сочетании с высокой температурой воздуха и солнечной инсо­ляцией, повышенным испарением с поверхности почвы и транспирацией, сильными ветрами. Все это приводит к иссушению корнеобитаемого слоя почвы, снижению запаса доступной для растений воды при пониженной влажности воздуха. Атмосферная засуха характеризуется высокой температурой и низкой относи­тельной влажностью воздуха (10-20 %). Жесткая атмосферная засуха вызывается перемещением масс сухого и горячего возду­ха - суховея. К тяжелым последствиям приводит мгла, когда суховей сопровождается появлением в воздухе почвенных частиц (пыльные бури).

Атмосферная засуха, резко усиливая испарение воды с по­верхности почвы и транспирацию, способствует нарушению со­гласованности скоростей поступления из почвы в надземные органы воды и потери ее растением, в результате растение завядает. Однако при хорошем развитии корневой системы атмо­сферная засуха не причиняет растениям большого вреда, если температура не превышает переносимый растениями предел. Продолжительная атмосферная засуха в отсутствие дождей при­водит к почвенной засухе, которая более опасна для растений.

Засухо­устойчивость обусловлена генетически определенной приспособ­ленностью растений к условиям места обитания, а также адапта­цией к недостатку воды. Засухоустойчивость выражается в спо­собности растений переносить значительное обезвоживание за счет развития высокого водного потенциала тканей при функци­ональной сохранности клеточных структур, а также за счет адап­тивных морфологических особенностей стебля, листьев, генера­тивных органов, повышающих их выносливость, толерантность к действию длительной засухи.

# *Типы растений по отношению к водному режиму*

Растения засушливых областей называются ксерофитами (от греческого хеrоs - сухой). Они способны в процессе индивидуаль­ного развития приспосабливаться к атмосферной и почвенной засухе. Характерные признаки ксерофитов — незначительные размеры их испаряющей поверхности, а также небольшие размеры надземной части по сравнению с подземной. Ксерофиты - это обычно травы или низкорослые кустарники. Их делят на несколько типов. Приводим классификацию ксерофитов по П. А. Генкелю.

Суккуленты — очень стойкие к перегреву и устойчивые к обез­воживанию, во время засухи они не испытывают недостатка воды, потому что содержат большое количество ее и медленно расходуют. Корневая система у них разветвлена во все стороны в верхних слоях почвы, благодаря чему в дождливые периоды растения быстро вса­сывают воду. Это кактусы, алоэ, очиток, молодило.

Эвксерофиты — жаростойкие растения, которые хорошо перено­сят засуху. К этой группе относятся такие степные растения, как вероника сизая, астра мохнатая, полынь голубая, арбуз колоцинт, верблюжья колючка и др. У них незначительная транспирация, вы­сокое осмотическое давление, цитоплазма отличается высокой элас­тичностью и вязкостью, корневая система очень разветвлена, и ос­новная ее масса размещена в верхнем слое почвы (50-60 см). Эти ксерофиты способны сбрасывать листья и даже целые ветви.

Гемиксерофиты, или полуксерофиты - это растения, которые неспособны переносить обезвоживание и перегрев. Вязкость и элас­тичность протопласта у них незначительная, отличается высокой транспирацией, глубокой корневой системой, которая может дости­гать подпочвенной воды, что обеспечивает бесперебойное снабжение растения водой. К этой группе относятся шалфей, резак обычный и др.

Стипаксерофшпы - это ковыль, тырса и другие узколистные степные злаки. Они устойчивы к перегреву, хорошо используют вла­гу кратковременных дождей. Выдерживают лишь кратковременную нехватку воды в почве.

Пойкилоксерофиты - растения, не регулирующие своего вод­ного режима. Это в основном лишайники, которые могут высыхать до воздушно-сухого состояния и снова проявлять жизнедеятельность после дождей.

Гигрофиты (от греческого hihros - влажный). У растений, относящихся к этой группе, нет приспособлений, ограничивающих расход воды. Для гигрофитов характерны сравнительно большие раз­меры клеток, тонкостенная оболочка, слабоодревесневшие стенки сосудов, древесных и лубяных волокон, тонкая кутикула и малоутол­щенные внешние стенки эпидермиса, большие устьица и незначи­тельное количество их на единицу поверхности, большая листовая пластинка, плохо развитые механические ткани, редкая сеть жилок в листе, большая кутикулярная транспирация, длинный стебель, недостаточно развитая корневая система. По строению гигрофиты приближаются к теневыносливым растениям, но имеют своеобразную гигроморфную структуру. Незначительный недостаток воды в почве вызывает быстрое завядание гигрофитов. Осмотическое давление клеточного сока в них невысокое. К ним относятся манник, багуль­ник, брусника, лох.

По условиям произрастания и особенностям строения к гигро­фитам очень близки растения с частично или полностью погружен­ными в воду или плавающими на ее поверхности листьями, которые называются гидрофитами.

Мезофиты (от греческого mesos - средний, промежуточный). Растения этой экологической группы произрастают в условиях до­статочного увлажнения. Осмотическое давление клеточного сока у мезофитов 1-1,5 тыс. кПа. Они легко завядают. К мезофитам отно­сятся большинство луговых злаков и бобовых -пырей ползучий, лисохвост луговой, тимофеевка луговая, люцерна синяя и др. Из по­левых культур твердые и мягкие пшеницы, кукуруза, овес, горох, соя, сахарная свекла, конопля, почти все плодовые (за исключением миндаля, винограда), многие овощные культуры (морковь, помидорыи др.).

Транспирирующие органы – листья отличаются значительной пластичностью; в зависимости от условий произраста­ния в их строении наблюдаются довольно большие отличия. Даже листья одного растения при разном водоснабжении и освещении име­ют различия в строении. Установлены определенные закономерности в строении листьев в зависимости от расположения их на растении.

В. Р. Заленский обнаружил изменения в анатомическом строе­нии листьев по ярусам. Он установил, что у листьев верхнего яруса наблюдаются закономерные изменения в сторону усиления ксеро­морфизма, т. е. происходит образование структур, повышающих засухоустойчивость этих листьев. Листья, расположенные в верхней части стебля, всегда отличаются от нижних, а именно: чем выше рас­положен лист на стебле, тем меньше размеры его клеток, большее ко­личество устьиц и меньше их размеры, большее количество волосков на единицу поверхности, гуще сеть проводящих пучков, сильнее раз­вита палисадная ткань. Все эти признаки характеризуют ксерофилию, т. е. образование структур, способствующих повышению засу­хоустойчивости.

С определенной анатомической структурой связаны и физиоло­гические особенности, а именно: верхние листья отличаются более высокой ассимиляционной способностью и более интенсивной транспирацией. Концентрация сока в верхних листьях также более высо­кая, в связи с чем может происходить оттягивание воды верхними листьями от нижних, засыхание и отмирание нижних листьев. Струк­тура органов и тканей, повышающая засухоустойчивость растений, называется ксероморфизмом. Отличительные особенности в структуре листьев верхнего яруса объясняются тем, что они развиваются в ус­ловиях несколько затрудненного водоснабжения.

Для уравнения баланса между поступлением и расходом воды в растении образовалась сложная система анатомо-физиологических приспособлений. Такие приспособления наблюдаются у ксерофитов, гигрофитов, мезофитов.

Результаты исследований показали, что приспособительные свой­ства у засухоустойчивых форм растений возникают под влиянием условий их существования.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Удивительная гармония живой природы, ее совершенство создаются самой природой: борьбой за выживание. Формы приспособлений у растений и животных бесконечно разнообразны. Весь животный и растительный мир со времени своего появления совершенствуется по пути целесообразных приспособлений к условиям обитания: к воде, к воздуху, солнечному свету, силы тяжести и т.д.

# ЛИТЕРАТУРА

1. Володько И.К. ''Микроэлементы и устойчивость растений к неблагоприятным условиям'', Минск, Наука и техника, 1983г.
2. Горышина Т.К. ''Экология растений'', уч. Пособие для ВУЗов, Москва, В. школа, 1979г.
3. Прокофьев А.А. ''Проблемы засухоустойчивости растений'', Москва, Наука, 1978г.
4. Сергеева К.А. ''Физиологические и биохимические основы зимостойкости древесных растений'', Москва, Наука, 1971г
5. Культиасов И.М. Экология растений. - М.: Изд-во московского ун-та, 1982